

Titel: Regelverfahren für einen zweiaxialen Räderprüfstand  
zur Simulation von Fahrbelastungen und zweiaxialer  
Räderprüfstand

---

Die Erfindung betrifft ein Regelverfahren für einen zweiaxialen Räderprüfstand zur Simulation von Fahrbelastungen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen für das Regelverfahren geeignet ausgebildeten zweiaxialen Räderprüfstand nach Anspruch 8.

Ein Fahrzeuggrad unterliegt im realen Fahreinsatz extremen und ständig wechselnden Belastungen. Das Fahrzeuggrad als Sicherheitsbauteil an einem Fahrzeug muß diesen Belastungen während seiner gesamten Einsatzdauer standhalten können. Bei der Entwicklung eines neuen Rades müssen die Form des Rades, die Materialdicke und der Werkstoff so gewählt werden, daß eine ausreichende Betriebsfestigkeit bei minimalem Gewicht erzielt wird. Zum Nachweis der Betriebsfestigkeit werden einerseits Fahrversuche mit Fahrzeugen z.B. auf geeigneten Teststrecken durchgeführt, andererseits verschiedene Prüfmethoden verwendet, um die Fahrbelastungen des Fahrzeuggrades zu simulieren. Mittlerweile stehen eine Reihe von Prüfmethoden zur Verfügung, mit denen sowohl die statischen Betriebslasten als auch die dynamischen Belastungskomponenten, die möglichst genau einem momentanen Fahrzustand entsprechen sollen, simuliert werden können. Für die Qualitätsprüfung in der Serienfertigung werden meist Prüfmethoden eingesetzt, die mit stationärer, d.h. konstanter Last durchgeführt werden. Im realen Fahrbetrieb hingegen sind die auf das Fahrzeuggrad wirkenden Radial- und Axialkräfte nicht konstant, sondern hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab. Um zeitlich veränderliche, instationäre Radial- und Axialkräfte auf ein zu prüfendes Rad aufbringen zu können, sind zweiaxiale Räderprüfstände entwickelt worden. Ein entsprechender zweiaxialer

Räderprüfstand (ZWARP) ist seit etwa 1989 bei den meisten Räderherstellern im Einsatz und wird z.B. in "Automobiltechnische Zeitschrift", 88 (1986), Seite 543 ff. in seinem Aufbau beschrieben. Das zu prüfende Rad läuft mit montierten Reifen im Inneren einer von einer Antriebseinheit angetriebenen Trommel mit Anlauftringen ab und wird mittels einer Belastungseinheit gegen die Trommel gedrückt. Die Belastungseinheit des Räderprüfstandes (ZWARP) wird hierbei von zwei getrennten servo-hydraulischen Belastungszylin dern aufgebracht, die senkrecht zueinander auf Horizontalschlitten mit Doppelsäulen angeordnet sind. Der eine der Belastungszyylinder ist ein Vertikalbelastungszyylinder zur Einstellung einer Vertikalkraft, der andere ein Horizontalbelastungszyylinder zur Einstellung einer Horizontalkraft. Um eine Annäherung an reale Räderbelastungen erzielen zu können, kann der Sturzwinkel des Rades relativ zur Trommel mittels eines an einem Schwenkkopf angreifenden Sturzzylinder verstellt werden.

Der zweiaxiale Räderprüfstand (ZWARP) hat sich im Einsatz bewährt. Allerdings führen die Simulationen auf dem Räderprüfstand nur zu brauchbaren Ergebnissen, wenn die Ansteuerparameter für den Räderprüfstand (ZWARP) dem Beanspruchungszustand im realen Fahrbetrieb möglichst nahekommen. Um diese Vorgabe zu erfüllen, werden bis zum heutigen Tage zuerst in einem realen Fahrversuch die von der jeweiligen Radgeometrie abhängigen Beanspruchungen eines Testrades in intensiven Messungen mit Dehnungsmessstreifen (DMS) gemessen. Zur Einstellung der Ansteuerparameter für den zweiaxialen Räderprüfstand (ZWARP) werden in iterativen Schritten die einzelnen Ansteuerparameter (Vertikalkraft, Horizontalkraft, Sturzwinkel) variiert, bis die im realen Fahrversuch an charakteristischen Radpartien zuvor ermittelten Dehnungs- und Spannungsverläufe auch an denselben Radpartien im Simulationsversuch gemessen werden. Die Einstellung der Horizontal- und Vertikalbelastungszyylinder erfolgt herbei kraftgeregelt, die Einstellung des Sturzwinkels winkelgeregt. Da das Referenzsignal bei dem bisher bekannten Steuerverfahren für den

zweiaxialen Räderprüfstand von den im Fahrversuch ermittelten Dehnungsverläufe gebildet wird, kann auf die vorherige Bestimmung der Dehnungsverläufe in den Radpartien mittels DMS-Messungen nicht verzichtet werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Regelverfahren und einen hierfür geeigneten zweiaxialen Räderprüfstand vorzuschlagen, die ohne vorherige Dehnungsmesstreifenmessungen eine Einstellung der Ansteuerparameter des Räderprüfstandes ermöglichen.

Diese Aufgabe wird in ihrem verfahrensmäßigen Aspekt dadurch gelöst, daß die Einstellung von Horizontalkraft, Vertikalkraft und Sturzwinkel in Abhängigkeit von den im realen Fahrbetrieb ermittelten bzw. ermittelbaren Radaufstandskraft und Radseitenkraft vorgenommen wird und daß als Regelgröße für den Sturzwinkel die Position des Kraftangriffspunktes der Kraftresultierenden von Radaufstandskraft und Radseitenkraft verwendet wird.

Die Radaufstandskraft und die Radseitenkraft können auf einfache Weise im Fahrversuch mit speziellen radgeometrieunabhängigen Messnaben gemessen werden und stellen radspezifische Größen dar, die von der Felgengröße, dem Reifen, dem Fahrzeug und der Teststrecke abhängig sind. Bei Tests an Fahrzeugräder hat sich nun gezeigt, daß die Beanspruchung eines Fahrzeuggrades im Räderprüfstand mit den Beanspruchungen des Fahrzeuggrades im realen Fahrversuch identisch ist, wenn die Kraftresultierende aus Radaufstandskraft und Radseitenkraft beim Kontakt des Reifens mit der Fahrbahn mit der Kraftresultierenden im Räderprüfstand (ZWARP) nach Betrag, Richtung und Position identisch ist bzw. weitestgehend übereinstimmt. Nachdem diese Hypothese verifiziert wurde, hat sich herausgestellt, daß sich die Position des Kraftangriffspunktes der Kraftresultierenden von Radaufstandskraft und Radseitenkraft als Regelgröße für den Sturzwinkel verwenden läßt. Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren sowohl auf die vorherige zeit- und kostenintensive Messreihe mit Dehnungs-

messtreifen am Fahrzeugrad als auch während der Simulation im Räderprüfstand auf eine Messung mit Dehnungsmesstreifen verzichtet werden kann, bietet das erfindungsgemäße Regelverfahren zur Festlegung der Ansteuerparameter für den Räderprüfstand erhebliche Zeit- und Kostenvorteile. Ein zusätzlicher Vorteil ist, daß der Einfluß des Reifens und des Reifenluftdrucks im ZWARP mit berücksichtigt bzw. eliminiert ist, da die im realen Fahrversuch ermittelbaren Daten des Reifens mit dem erfindungsgemäßen Regelverfahren am Räderprüfstand nachgestellt werden.

Bei der bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird, um die Verwendung der Position des Kraftangriffspunktes als Regelgröße zu ermöglichen, die Sturzylinderkraft gemessen. Diese Messung kann in besonders einfacher Weise mit einer am Sturzylinder angeordneten Messdose erfolgen. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, daß die an dem Sturzylinder gemessenen Werte nicht durch Reibungsverluste oder Messfehler, wie sie z.B. bei der Druckmessung am Sturzylinder auftreten würden, verfälscht werden.

Um das Regelverfahren mit gut strukturierten Algorithmen durchführen zu können, ist in einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens die Position des Kraftangriffspunktes der Kraftresultierenden durch den Abstand des Kraftangriffspunktes von der Radmitte definiert. Bei dieser Ausgestaltung des Verfahrens läßt sich als Algorithmus für die Position des Kraftangriffspunktes die von ermittelbaren Daten des Reifens und den geometrischen Verhältnis im Räderprüfstand abhängige Gleichung

$$R_{DS} = (M_{Fs} + Fa \times R_{dyn}) / F_r - a_1$$

bestimmen, wobei

- M<sub>Fs</sub> : Moment der Sturzylinderkraft um den Sturzwinkel-Schwenkpunkt;
- Fa: axiale Radseitenkraft nach Fahrversuch;
- F<sub>r</sub>: radiale Radaufstandskraft nach Fahrversuch;

$R_{dyn}$ : Dynamischer Rollradius; und  
a<sub>l</sub>: Abstand des Sturzwinkel-Schwenkpunktes von der Reifenmitte.

Bei der bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden mittels einer Regel- und Auswerteeinheit die Vertikalkraft, die Horizontalkraft und der Sturzwinkel solange verändert, bis eine eindeutige Lösung für den oben wiedergegebenen Algorithmus zusammen mit den Algorithmen

$$F_r = - F_h \times \sin(\gamma) - F_v \times \cos(\gamma); \text{ und}$$
$$F_a = - F_h \times \cos(\gamma) + F_v \times \sin(\gamma)$$

bzw.

$$F_v = - F_r \times \cos(\gamma) + F_a \times \sin(\gamma); \text{ und}$$
$$F_h = - F_r \times \sin(\gamma) - F_a \times \cos(\gamma).$$

bei vorgegebenem  $R_{dyn}$ ,  $R_{Ds}$ ,  $F_a$  und  $F_r$  gefunden wurde.

Bei einer weiter bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die Position des Kraftangriffspunktes in erster Näherung in die Reifenmitte verlegt, d.h. der Mittenversatz des Kraftangriffspunktes von der Radmitte zu Null gesetzt. In umfangreichen Messungen wurde überraschenderweise festgestellt, daß bereits bei dieser Näherungslösung, falls z.B. aus dem Fahrversuch nur die Radaufstandskraft und die Radseitenkraft, nicht jedoch die Position des Kraftangriffs bekannt ist, eine hinreichend genaue Übereinstimmung der am Räderprüfstand eingestellten Ansteuerparameter mit den sich im realen Fahrbetrieb ergebenden Fahrbelastungen erzeugen läßt.

Ein zur Durchführung des Verfahrens besonders geeigneter Räderprüfstand kennzeichnet sich dadurch, daß in die Regel- und Auswerteeinheit als Eingangsgrößen die aus dem realen Fahrbetrieb bekannte Radaufstandskraft und Radseitenkraft eingebbar ist und

daß eine Messeinrichtung vorgesehen ist, welche die am Sturzylinder wirkende Sturzylinderkraft misst. Wie bereits oben dargelegt wurde, besteht bei der bevorzugten Ausführungsform des Räderprüfstandes die Messeinrichtung aus einer dem Sturzylinder zugeordneten Messdose, da die Messdose eine äußerst einfache und genaue Messung der Sturzylinderkraft, frei von Reibungsverlusten und Hysteresefehlern, ermöglicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend unter Bezugnahme auf ein schematisches Schaubild erläutert:

In der einzigen Zeichnung (Fig.) sind die wesentlichen geometrischen Verhältnisse eines zweiaxialen Räderprüfstandes (ZWARP) als Doppelpfeile und die zur Bestimmung der Ansteuerparameter heranzuziehenden Kräfte als Kraftpfeile dargestellt. Auf eine detaillierte Darstellung des Räderprüfstandes wurde verzichtet, da ein entsprechender Räderprüfstand z.B. in ATZ 88 (1986) 10, S. 543 ff. beschrieben wird, auf welchen Zeitschriftenartikel hier Bezug genommen wird. Von dem Räderprüfstand ist daher nur die Trommel 1 mit den schematisch gezeigten Anlaufringen 2,3 dargestellt. Der Abstand zwischen den Anlaufringen 2,3 kann verändert werden, damit Fahrzeugräder 4 unterschiedlicher Reifen- und Felgenbreite auf demselben Räderprüfstand getestet werden können. Die Trommel 1 wird über einen nicht gezeigten, unterhalb der Trommel angeordneten Antriebsmotor angetrieben. Trommel 1 und Antriebsmotor sind Bestandteile der nicht dargestellten Antriebseinheit. Das Fahrzeugrad 4 bestehend aus Schüssel 5, Felge 7 und montiertem Reifen 6, ist mit seiner Schüssel 5 an einem nicht dargestellten, um den Schwenkpunkt S schwenkbaren Schwenkkopf lösbar befestigt. Der Schwenkpunkt S des Schwenkkopfes ist über eine hier mittels der Doppelpfeile a<sub>2</sub>,a<sub>3</sub> angedeuteten Hebelmechanik schwenkbar ausgeführt, um den Sturzwinkel  $\gamma$ , d.h. den Winkel zwischen Radachse y' und Trommelachse t', einstellen zu können. Die Y-Achse des X-Y-Koordinatensystems des Prüfstandes ist zur Trommelachse t' parallel. Für die Sturzverstellung des Sturzwinkels  $\gamma$  ist ein durch den Kraftpfeil

Fs angedeuteter Sturzylinder vorgesehen, der auf die Hebelmechanik a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub> einwirkt. Die Hebelmechanik a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub> bzw. der Schwenkkopf haben konstante, radprüfstandsabhängige Größen bzw. Abmessungen. Der Lagerpunkt A ist daher auf einer Kreisbahn um den Schwenkpunkt S durch Abstandsveränderung des Sturzyndlers Fs veränderbar. Auch der Abstand zwischen dem Sturzwinkel-Schwenkpunkt S und dem Lagerpunkt B ist konstant vorgegeben und von den geometrischen Verhältnissen des Räderprüfstandes abhängig, wie durch die Abstands- bzw. Doppelpfeile a<sub>4</sub> und a<sub>5</sub> ange deutet ist.

Am Lagerpunkt B ist eine nicht dargestellte Kraftmessdose angeordnet, mit der die am Sturzyylinder wirkende Kraft messbar ist. Der Schwenkkopf und der Sturzyylinder sind mit einer nicht dargestellten Belastungseinheit verbunden, die von zwei getrennten Belastungszylin dern, die an Horizontalschlitten mit Doppelsäulenführung angeordnet sind, gebildet wird. Parallel zur Trommelachse t' wirkt also ein servo-hydraulischer Horizontalzylinder, um das Rad 4 mit der Horizontalkraft F<sub>h</sub> gegen die Trommel 1 seitlich vorzubelasten und senkrecht zur Trommelachse t' wirkt ein servo-hydraulischer Vertikalzylinder, um das Rad 4 mit der Kraft F<sub>v</sub> gegen die Trommel 1 zu drücken. Mittels einer nicht dargestellten Steuer- und Auswerteeinheit können die Vertikalkraft F<sub>v</sub>, die Horizontalkraft F<sub>h</sub> sowie der Sturzwinkel  $\gamma$  eingestellt werden. Ferner wird mit der Steuer- und Auswerteeinheit die in der Messdose gemessene Kraft des Sturzyndlers Fs gemessen und verarbeitet.

In der oberen, rechten Ecke der Figur ist eine Kraftresultierende F<sub>res</sub> eingezeichnet, die sich aus der Radaufstandskraft F<sub>r</sub> und der Radseitenkraft F<sub>a</sub> zusammensetzt, wobei diese beiden Kräfte in einem realen Fahrversuch z.B. mit Messnaben zuvor bestimmt wurden. Ferner wurden in diesem Fahrversuch oder mit einem ebenen Abrollprüfstand auch der dynamische Rollradius R<sub>dyn</sub> und die Position der Kraftresultierende F<sub>res</sub> gemessen, d.h. der sich im realen Fahrversuch einzustellende Reifenaufstandspunkt

wurde zuvor bestimmt. Diese Position ist hier mit  $R_{ds}$  bezeichnet und stellt den Abstand des Kraftangriffspunktes P im ZWARP von der Radmitte  $x'$  dar.

Die Anmelderin hat mit DMS-Vergleichsmessungen nachgewiesen, daß sich mit dem Räderprüfstand die realen Radbeanspruchungen simulieren lassen, wenn die im Fahrversuch ermittelte Kraftresultierende aus Radaufstandskraft und Radseitenkraft nach Betrag, Richtung und Position mit der sich im Räderprüfstand (ZWARP) einstellenden Kraftresultierenden nach Betrag, Richtung und Position identisch ist. Durch den Beweis dieser Hypothese kann nun ein Regelverfahren aufgestellt werden, nach welchem die Ansteuerparameter (Horizontalkraft  $F_h$ , Vertikalkraft  $F_v$  und Sturzwinkel  $\gamma$ ) bei Bekanntsein der Radaufstandskraft  $F_r$ , Radseitenkraft  $F_a$ , des dynamischen Rollradius  $R_{dyn}$  und des Radmittenaabstandes  $R_{Ds}$  bestimmen lassen, sofern als zusätzliche Bestimmungsgröße die Sturzylinderkraft  $F_s$  gemessen wird. Aus dem Kräftegleichgewicht im X-Y-Koordinatensystem in der Belastungseinheit bzw. im X'-, Y'-Koordinatensystem des zu prüfenden Fahrzeuggrades 4 erhält man für die Verknüpfung der Kraftresultierenden  $F_{res}$  bzw. der Radaufstandskraft  $F_r$  und der Radseitenkraft  $F_a$  mit den an der Belastungseinheit einstellbaren Ansteuerparametern:

$$F_v = - F_r \times \cos (\gamma) + F_a \times \sin (\gamma); \text{ und}$$

$$F_h = - F_r \times \sin (\gamma) - F_a \times \cos (\gamma).$$

Um für dieses Gleichungssystem eine eindeutige und mit den realen Beanspruchungen des Fahrzeuggrades übereinstimmende Lösung zu finden, wird als weiterer Algorithmus die Gleichung

$$R_{Ds} = M_{Fs} + F_a \times (R_{dyn}) / F_r - a_1$$

in der Auswerte- und Regeleinheit eingegeben, welche Gleichung sich aus dem Momentengleichgewicht im Sturzwinkel (Drehpunkt S) erhalten lässt. Da die Sturzylinderkraft  $F_s$  gemessen wird und die Lage des Sturzyinders unmittelbar mit dem Sturzwinkel ver-

knüpft ist bzw. über  $\gamma$  und/oder die konstanten prüfstandsspezifischen Abmessungen  $a_2, a_3, a_4, a_5$  und  $\gamma$  bestimmt werden kann, ist das Moment  $M_{Fs}$ , das die Kraft  $F_s$  um den Schwenkpunkt  $S$  erzeugt, berechenbar, so daß sich mit dem oben wiedergegebenen Algorithmen in iterativen Schritten, automatisch geregelt eine eindeutige Lösung für die einzustellenden Ansteuerparameter ( $F_h, F_v, \gamma$ ) finden läßt.

Die Bestimmung der Ansteuerparameter für den Räderprüfstand (ZWARP) erfolgt hierbei unabhängig von der Einpresstiefe  $E$  und der Schüssel- und Felgengeometrie. Daher können dieselben Ansteuerparameter verwendet werden, wenn in einem Fahrversuch für ein Fahrzeugrad gleiche Radaufstands- und Radseitenkräfte ermittelt wurden. Überraschenderweise hat sich auch gezeigt, daß selbst ohne Kenntnis des tatsächlich sich im Fahrbetrieb einzustellenden Reifenaufstandspunktes eine hinreichend genaue Bestimmung der Ansteuerparameter finden läßt, wenn der Radmittendistanz  $R_{ds}$  zu Null gesetzt wird, d.h. in die Radmitte  $X'$  verlegt wird.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Regelverfahren für einen zweiaxialen Räderprüfstand zur Simulation von Fahrbelastungen, der eine Belastungseinheit mit einem servo-hydraulischen Vertikalbelastungszyylinder zur Einstellung einer Vertikalkraft, einem servo-hydraulischen Horizontalbelastungszyylinder zur Einstellung einer Horizontalkraft und mit einem mittels eines Sturzzyinders verstellbaren Schwenkkopf zur Einstellung des Sturzwinkels eines zu prüfenden Rades, und der eine Antriebseinheit mit einer angetriebenen Trommel mit Anlaufringen aufweist, an die das zu prüfende Rad mit der Belastungseinheit gedrückt wird, wobei der Vertikalbelastungszyylinder und der Horizontalbelastungszyylinder kraftgeregt und der Sturzwinkel winkelgeregt eingestellt werden, **dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung von Horizontalkraft ( $F_h$ ), Vertikalkraft ( $F_v$ ) und Sturzwinkel ( $\gamma$ ) in Abhängigkeit von den in einem Fahrversuch ermittelten Radaufstandskraft ( $F_r$ ) und Radseitenkraft ( $F_a$ ) vorgenommen wird und als Regelgröße für den Sturzwinkel ( $\gamma$ ) die Position ( $R_{Ds}$ ) des Kraftangriffspunktes ( $P$ ) der Kraftresultierenden ( $F_{res}$ ) von Radaufstandskraft ( $F_r$ ) und Radseitenkraft ( $F_a$ ) verwendet wird.**
2. Regelverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß für die Verwendung des Kraftangriffspunktes ( $P$ ) als Regelgröße die Sturzzylinderkraft ( $F_s$ ) gemessen wird.**
3. Regelverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß die Sturzzylinderkraft ( $F_s$ ) mittels einer am Sturzzyylinder angeordneten Messdose gemessen wird.**
4. Regelverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß die Position ( $R_{Ds}$ ) des Kraftangriffspunktes der Kraftresultierenden ( $F_{res}$ ) durch den Abstand des Kraftangriffspunktes ( $P$ ) von der Radmitte ( $x'$ ) definiert wird.**

5. Regelverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abstand ( $R_{Ds}$ ) des Kraftangriffspunktes (P) der Kraftresultierenden ( $F_{res}$ ) von der Radmitte ( $x'$ ) mittels der Gleichung

$$R_{Ds} = (M_{Fs} + Fa \times R_{dyn}) / Fr - al$$

bestimmt wird, mit

- $M_{Fs}$ : Moment der Sturzylinderkraft ( $F_s$ ) um den Sturzwinkel-Schwenkpunkt (S);  
 $F_a$ : axiale Radseitenkraft aus Fahrversuch;  
 $Fr$ : radiale Radaufstandskraft aus Fahrversuch;  
 $R_{dyn}$ : dynamischer Rollradius;  
 $al$ : Abstand des Sturzwinkel-Schwenkpunktes (S) von Reifenmitte ( $x'$ ).

6. Regelverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** mittels einer Steuer- und Auswerteeinheit die Vertikalkraft ( $F_v$ ), Horizontalkraft ( $F_h$ ) und der Sturzwinkel ( $\gamma$ ) verändert werden, bis eine eindeutige Lösung für die Gleichungen

$$R_{Ds} = (M_{Fs} + Fa \times R_{dyn}) / Fr - al \text{ und}$$

$$F_v = -Fr \times \cos(\gamma) + Fa \times \sin(\gamma) \text{ und}$$

$$F_h = -Fr \times \sin(\gamma) - Fa \times \cos(\gamma)$$

bei im Fahrversuch oder auf dem ebenen Abrollprüfstand ermittelten  $R_{dyn}$ ,  $R_{Ds}$ ,  $F_a$  und  $Fr$  gefunden wurde.

7. Regelverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Position des Kraftangriffspunktes (P) in erster Näherung in die Reifenmitte ( $X'$ ) verlegt wird.

8. Räderprüfstand zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Simulation von Fahrbelastungen an Fahrzeugrädern

mit einer Belastungseinheit, die einen servo-hydraulischen, kraftgeregelten Vertikalbelastungszyylinder zur Einstellung einer Vertikalkraft, einen servo-hydraulischen, kraftgeregelten Horizontalbelastungszyylinder zur Einstellung einer Horizontalkraft und einen mittels eines winkelgeregelten, servo-hydraulischen Sturzzyinders verstellbaren Schwenkkopf zur Einstellung des Sturzwinkels des zu prüfenden Rades aufweist,

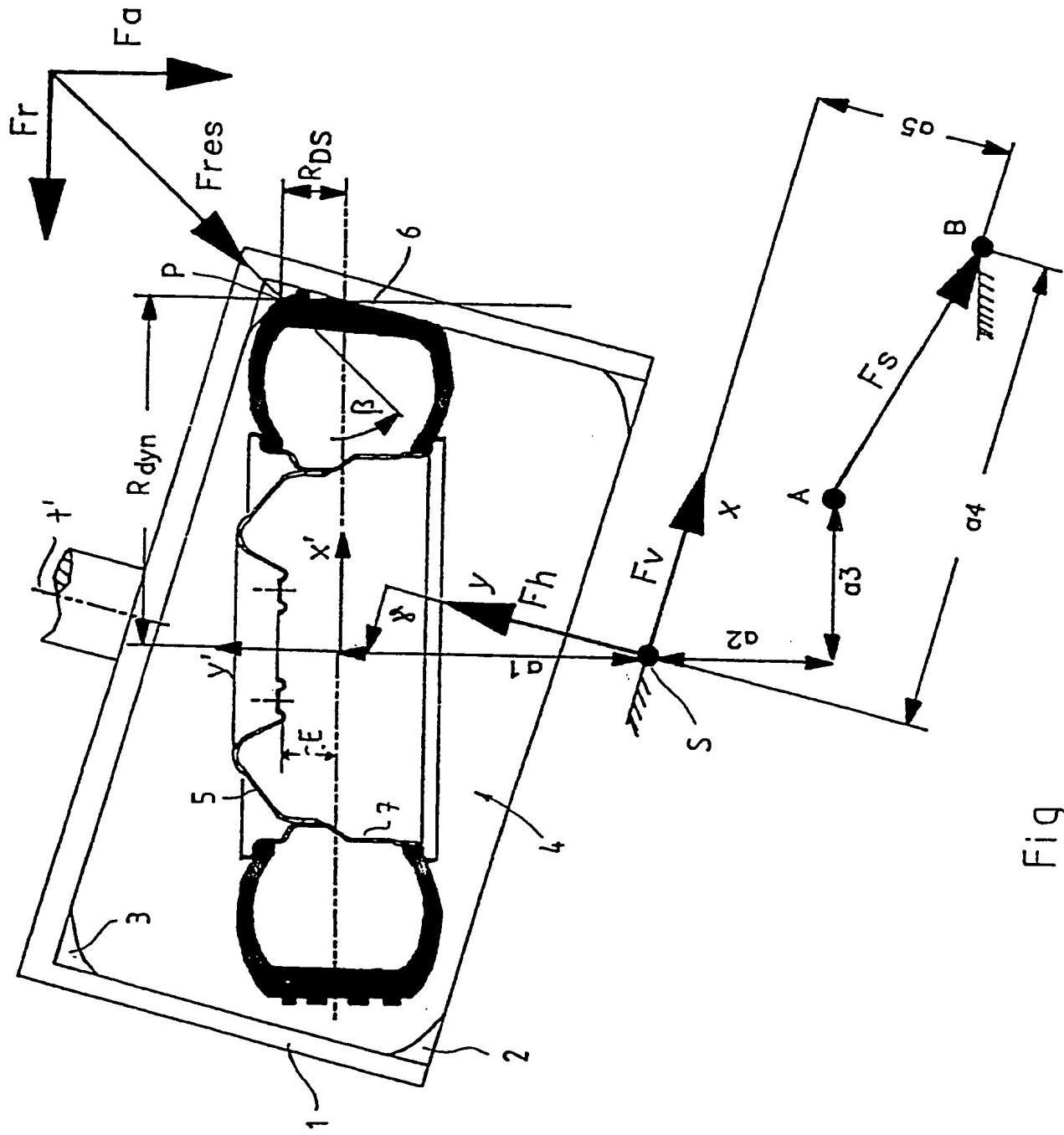
mit einer Antriebseinheit, die eine angetriebene Trommel mit Anlauftringen aufweist, an die das zu prüfende Rad mittels der Belastungseinheit andrückbar ist, und

mit einer Regel- und Auswerteeinheit zur Einstellung der Horizontalkraft, Vertikalkraft und des Sturzwinkels,

**dadurch gekennzeichnet, daß in die Regel- und Auswerteeinheit als Eingangsgröße die aus dem Fahrversuch bekannte Radaufstandschaft (Fr) und Radseitenkraft (Fa) eingebbar ist und eine Messeinrichtung vorgesehen ist, welche die am Sturzzyinder wirkende Sturzzyinderkraft (Fs) misst.**

9. Räderprüfstand nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß die Messeinrichtung aus einer dem Sturzzyinder zugeordneten Messdose besteht.**

1 / 1



四

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

on Application No

PCT/EP 01/02437

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01M17/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 927 879 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 7 July 1999 (1999-07-07) figure 2 —	1-9
A	EP 0 928 961 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 14 July 1999 (1999-07-14) page 8 —	1-9
A	EP 0 507 058 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 7 October 1992 (1992-10-07) column 7, line 10 -column 7, line 51; figure 3 —	1-9

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 June 2001

Date of mailing of the international search report

13/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vytlačilová, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/EP 01/02437

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0927879 A	07-07-1999	DE US	19758241 A 6116084 A	15-07-1999 12-09-2000
EP 0928961 A	14-07-1999	DE	19800350 A	15-07-1999
EP 0507058 A	07-10-1992	DE AT DE	4111057 C 126350 T 59203160 D	30-04-1992 15-08-1995 14-09-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

Ref/EP 01/02437

A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 GO1M17/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 GO1M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 927 879 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 7. Juli 1999 (1999-07-07) Abbildung 2	1-9
A	EP 0 928 961 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 14. Juli 1999 (1999-07-14) Seite 8	1-9
A	EP 0 507 058 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 7. Oktober 1992 (1992-10-07) Spalte 7, Zeile 10 -Spalte 7, Zeile 51; Abbildung 3	1-9

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. Juni 2001	13/06/2001
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Vytlačilová, L

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte... des Aikenzeichen  
PCT/EP 01/02437

Im Recherch übericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0927879 A	07-07-1999	DE 19758241 A	US 6116084 A	15-07-1999 12-09-2000
EP 0928961 A	14-07-1999	DE 19800350 A		15-07-1999
EP 0507058 A	07-10-1992	DE 4111057 C	AT 126350 T	30-04-1992 15-08-1995
		DE 59203160 D		14-09-1995